

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-026443

(43)Date of publication of application : 25.01.2002

(51)Int.Cl.

H01S 5/042

H01L 33/00

H01S 5/343

(21)Application number : 2000-202782

(71)Applicant : SANYO ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 04.07.2000

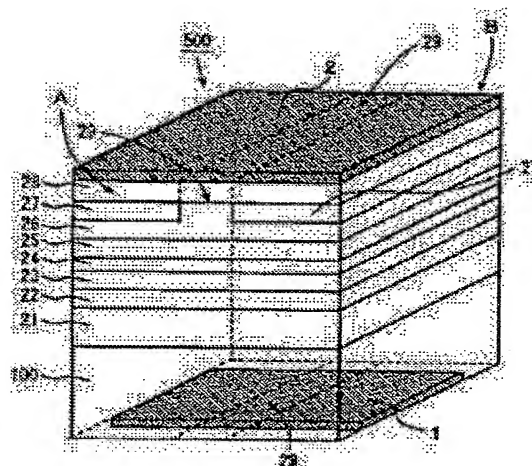
(72)Inventor : GOTO MASAKANE  
HAYASHI NOBUHIKO

### (54) NITRIDE-BASED SEMICONDUCTOR ELEMENT AND ITS MANUFACTURING METHOD

#### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a nitride-based semiconductor element in which a substrate and a nitride-based semiconductor layer formed on the substrate can be divided into pieces without deteriorating the characteristics of the element and a method of manufacturing the element.

**SOLUTION:** In this nitride-based semiconductor element, an n-electrode 1 is formed in an area other than a stripe-like area formed along a resonator end face A side and another stripe-like area formed along another resonator end face B side on the rear surface of an n-GaN transparent substrate 100 and a p-electrode 2 is formed on the whole upper surface of a p-GaN contact layer 28.



(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2002-26443

(P2002-26443A)

(43)公開日 平成14年1月25日(2002.1.25)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

FI

テート・ポート\* (参考)

H O 1 S 5/042

6 1 0

H O 1 S 5/042

610

5 F 0 4 1

H01L 33/00

H0 1 L 33/00

C 5 F 0 7 3

H O 1 S 5/343

H01S 5/343

審査請求 有 請求項の数12 OL (全 14 頁)

(21)出願番号 特願2000-202782(P2000-202782)

(22) 出願日 平成12年7月4日(2000.7.4)

(71)出題人 000001889

三洋電機株式会社

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号

(72) 発明者 後藤 壮謙

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(72) 發明者 林 伸彦

大阪府守口市京阪本通2丁目5番5号 三

洋電機株式会社内

(74) 代理人 100098305

弁理士 福島 祥人 (外1名)

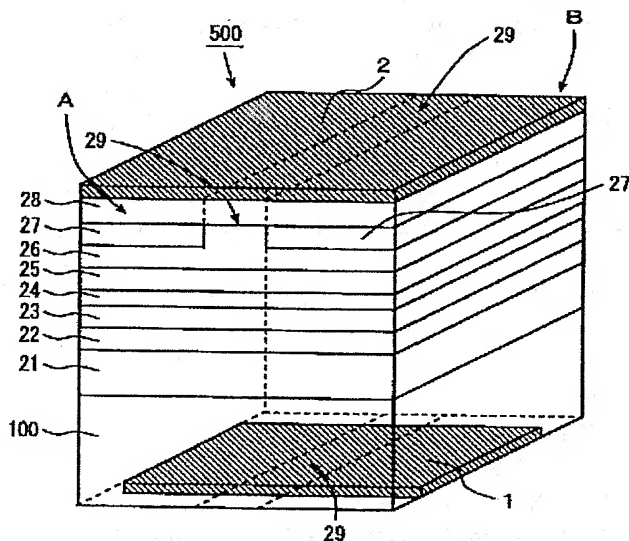
最終頁に続く

(54)【発明の名称】窒化物系半導体素子およびその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 素子特性を劣化させることなく基板および基板上に形成された窒化物系半導体層を分割することが可能な窒化物系半導体素子およびその製造方法を提供することである。

【解決手段】  $n$ -GaNからなる透明基板100の表面において共振器端面A側に沿ったストライプ状の領域および共振器端面B側に沿ったストライプ状の領域を除く領域に $n$ 電極1が形成され、 $p$ -GaNからなる $p$ -コンタクト層28の上面全体に $p$ 電極2が形成される。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 導電性を有する基板の一方の面上に第1導電型の第1の窒化物系半導体層、能動素子領域および第2導電型の第2の窒化物系半導体層が形成されてなる窒化物系半導体素子であって、前記基板の他方の面の少なくとも一辺に沿った所定領域が露出するように前記基板の他方の面上に第1のオーミック電極が形成され、前記第2の窒化物系半導体層上に第2のオーミック電極が形成されたことを特徴とする窒化物系半導体素子。

【請求項2】 前記第2のオーミック電極は、前記第2の窒化物系半導体層の上面全体に形成されることを特徴とする請求項1記載の窒化物系半導体素子。

【請求項3】 前記第2のオーミック電極は、前記第2の窒化物系半導体層の少なくとも一辺に沿った所定領域が露出するように前記第2の窒化物系半導体層上に形成されることを特徴とする請求項1記載の窒化物系半導体素子。

【請求項4】 前記第1および第2のオーミック電極は同一形状を有し、前記第2の窒化物系半導体層において前記第1のオーミック電極の上方の領域上に前記第2のオーミック電極が形成されたことを特徴とする請求項3記載の窒化物系半導体素子。

【請求項5】 前記基板は透明であることを特徴とする請求項1～4のいずれかに記載の窒化物系半導体素子。

【請求項6】 前記基板は窒化ガリウムから構成されることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の窒化物系半導体素子。

【請求項7】 前記基板は炭化珪素から構成されることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の窒化物系半導体素子。

【請求項8】 前記第1および前記第2の窒化物系半導体層はガリウム、アルミニウム、インジウム、ホウ素およびタリウムの少なくとも一つを含むことを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の窒化物系半導体素子。

【請求項9】 導電性を有する基板の一方の面上に第1導電型の第1の窒化物系半導体層、能動素子領域および第2導電型の第2の窒化物系半導体層を順に形成する工程と、

前記基板の他方の面上に、所定間隔でほぼ平行に配置されるストライプ状の分割領域が少なくとも露出するようにパターンニングされた第1のオーミック電極を形成する工程と、

前記第2の窒化物系半導体層上に第2のオーミック電極を形成する工程と、

前記分割領域に沿って前記基板を前記第1および第2の窒化物系半導体層ならびに前記能動素子領域とともに分割する工程とを備えたことを特徴とする窒化物系半導体素子の製造方法。

【請求項10】 前記第2のオーミック電極を形成する工程は、前記第2の窒化物系半導体層上に、所定間隔で

ほぼ平行に配置されるストライプ状の分割領域が少なくとも露出するようにパターンニングされた前記第2のオーミック電極を形成する工程を含むことを特徴とする請求項9記載の窒化物系半導体素子の製造方法。

【請求項11】 前記基板が透明であることを特徴とする請求項9または10記載の窒化物系半導体素子の製造方法。

【請求項12】 前記基板を分割する工程は、前記分割領域をスクライブする工程と、前記スクライブにより形成された傷に沿って前記基板を前記第1および第2の窒化物系半導体層ならびに前記能動素子領域とともに劈開する工程とを含むことを特徴とする請求項9～11のいずれかに記載の窒化物系半導体素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、窒化ガリウム（GaN）、炭化ケイ素（SiC）等の導電性を有する基板上に窒化物系半導体層が形成されてなる窒化物系半導体素子およびその製造方法に関する。

【0002】なお、ここで、窒化物系半導体とは、BN（窒化ホウ素）、GaN（窒化ガリウム）、AlN（窒化アルミニウム）、InN（窒化インジウム）もしくはTiN（窒化タリウム）またはこれら混晶等のIII-V族窒化物系半導体のことである。

## 【0003】

【従来の技術】従来、導電性を有しかつ透明なGaN、SiC等からなる基板上に窒化物系半導体層が形成されてなる窒化物系半導体レーザ素子においては、例えば応用物理、第68巻、第7号（1999）のp. 797～800に記載されたように、窒化物系半導体層上に所定の形状にパターンニングされた電極が形成されている。一方、基板の裏面に形成される電極にはパターンニングがほとんどされず、基板の裏面全体に電極が形成されている。

【0004】図9は、GaN基板上に窒化物系半導体層が形成されてなる従来の窒化物系半導体レーザ素子の一例を示す模式的な透視斜視図である。

【0005】図9の半導体レーザ素子においては、導電性を有するn-GaNからなる透明基板51上に、n-AlGaNからなるn-クラッド層52、n-GaNからなるn-光ガイド層53、多重量子井戸構造を有するMQW活性層54、p-AlGaNからなるp-キャップ層55、p-GaNからなるp-光ガイド層56およびp-AlGaNからなるp-クラッド層57が順に積層されてなる。このp-クラッド層57にはストライプ状のリッジ部50が形成されている。また、p-クラッド層57の平坦部上にはn-AlGaNからなるn-電流ブロック層58が形成されている。さらに、このn-電流ブロック層58上およびリッジ部50のp-クラッド層57上にp-GaNからなるp-コンタクト層59が形成されている。

【0006】透明基板51の結晶成長層側と反対側の面（以下、裏面と呼ぶ）上においては、面全体を被覆するようにn電極60が形成されている。

【0007】一方、p-コンタクト層59上においては、共振器長方向の両端面（以下、共振器端面と呼ぶ）側の辺に沿ったストライプ状領域および共振器長方向と垂直な方向の両端面（以下、側面と呼ぶ）側の辺に沿ったストライプ状領域を除く領域にp電極61が形成されている。このように、上記の半導体レーザ素子においては、p電極61が所定の形状にパターンニングされており、両方の共振器端面側のストライプ状領域および両方の側面側のストライプ状領域においてはp-コンタクト層59が露出している。

【0008】上記の半導体レーザ素子の作製時においては、まず透明基板51上に各層52～59を成長させる。そして、透明基板51上に各層52～59が形成されてなる半導体ウエハにおいて、透明基板51の裏面全体にn電極60を形成し、また、半導体ウエハのp-コンタクト層59上に所定の形状にパターンニングされたp電極61を形成する。この場合においては、各p電極61間で格子状にp-コンタクト層59が露出するように半導体ウエハのp-コンタクト層59上に四角形状にパターンニングされた複数のp電極61を形成する。

【0009】上記のようにしてn電極60およびp電極61を形成した後、p電極61間で露出したp-コンタクト層59の領域をp-コンタクト層59側から共振器長方向と垂直な方向に沿ってスクライブして傷を形成する。そして、この傷に沿って半導体ウエハを劈開し、複数のストライプ状の半導体ウエハに分割する。このようにして劈開により共振器端面を露出させ、共振器を作製する。そして、この共振器端面に保護膜を形成する。

【0010】さらに、分割したストライプ状の半導体ウエハにおいて、p電極61間で露出したp-コンタクト層59の領域をp-コンタクト層59側から共振器長方向と平行な方向に沿ってスクライブして傷を形成する。そして、このスクライブの傷に沿ってストライプ状の半導体ウエハをさらに劈開して素子分離を行い、図9に示す半導体レーザ素子を形成する。

【0011】このように、上記の半導体レーザ素子の作製時においては、パターンニングされたp電極61およびp電極61間で露出したp-コンタクト層59をスクライブを行う部分の目印として用いている。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】上記のように、半導体レーザ素子の作製時においては、共振器の作製工程および素子分離工程においてp-コンタクト層59側からスクライブを行って傷を形成する。

【0013】ここで、窒化物系半導体は非常に硬い材料であることから、スクライブを行う際にはp-コンタクト層59側から大きな圧力を加えてスクライブを行う必

要がある。また、共振器の作製工程および素子分離工程において劈開を容易に行うためにp-コンタクト層59側から深い傷を形成する必要がある。このため、上記のようにp-コンタクト層59側からスクライブを行って傷を形成すると半導体レーザ素子の一部に欠損または損傷が生じるおそれがある。

【0014】ところで、通常、p-コンタクト層59の上面からMQW活性層54に達するまでの深さは1μm程度、もしくは1μmに満たない程度である。このため、上記のようにp-コンタクト層59側から大きな圧力を加えてスクライブを行って深い傷を形成すると、p-コンタクト層59側から比較的近い位置に形成されているMQW活性層54に大きな損傷を与えるおそれがある。このようにMQW活性層54が損傷を受けた場合においては、半導体レーザ素子の素子特性が劣化する。

【0015】本発明の目的は、素子特性を劣化させることなく基板および基板上に形成された窒化物系半導体層を分割することが可能な窒化物系半導体素子およびその製造方法を提供することである。

【0016】

【課題を解決するための手段および発明の効果】本発明に係る窒化物系半導体素子は、導電性を有する基板の一方の面上に第1導電型の第1の窒化物系半導体層、能動素子領域および第2導電型の第2の窒化物系半導体層が形成されてなる窒化物系半導体素子であって、基板の他方の面の少なくとも一辺に沿った所定領域が露出するように基板の他方の面上に第1のオーミック電極が形成され、第2の窒化物系半導体層上に第2のオーミック電極が形成されたものである。

【0017】なお、この場合の窒化物系半導体素子の能動素子領域とは、例えば発光ダイオード素子や半導体レーザ素子の活性層や発光層、導波路素子のコア層、PINフォトダイオードのI（intrinsic；真性）層、フォトダイオードやHBT（ヘテロ接合バイポーラトランジスタ）のpn接合部分、FET（電界効果型トランジスタ）のチャネル部分等に相当する。

【0018】本発明に係る窒化物系半導体素子においては、基板の他方の面の少なくとも一辺に沿った所定領域が露出するように基板の他方の面上に第1のオーミック電極が形成されている。このような窒化物系半導体素子の作製時においては、第1のオーミック電極間で露出したこの基板の所定領域において基板を第1および第2の窒化物系半導体層ならびに能動素子領域とともに分割する。このように、上記の窒化物系半導体素子の作製時においては第1のオーミック電極間で露出した基板の所定領域を分割の目印として利用することができる。

【0019】上記のように、本発明に係る窒化物系半導体素子の作製時においては、基板の他方の面側から基板を第1および第2の窒化物系半導体層ならびに能動素子領域とともに分割する。ここで、上記の窒化物系半導体

素子においては、基板の厚さが第1の窒化物系半導体層に比べて厚く、能動素子領域が基板の他方の面側から比較的遠い位置に形成されているため、基板の他方の面側から分割を行う場合においては分割により素子の一部に欠損または損傷が生じて、この能動素子領域は悪影響を受けない。したがって、上記の窒化物系半導体素子においては良好な素子特性が実現可能となる。

【0020】第2のオーミック電極は、第2の窒化物系半導体層の上面全体に形成されてもよい。この場合においては、第2のオーミック電極と第2の窒化物系半導体層との接触面積が大きくなるため、第2のオーミック電極と第2の窒化物系半導体層との接触抵抗を低減することができる。したがって、このような窒化物系半導体素子においては、動作電圧を低減することができ、動作時における発熱量を低減することができる。それにより、素子の長寿命化が図られる。

【0021】第2のオーミック電極は、第2の窒化物系半導体層の少なくとも一辺に沿った所定領域が露出するように第2の窒化物系半導体層上に形成されてもよい。また、第1および第2のオーミック電極は同一形状を有し、第2の窒化物系半導体層において第1のオーミック電極の上方の領域に第2のオーミック電極が形成されてもよい。

【0022】基板は透明であってもよい。この場合においては、第2の窒化物系半導体層上に形成された第2のオーミック電極を、基板を透過して基板の他面側から観察することが可能である。したがって、このような素子を基板側を上にしてジャンクションダウンで実装する場合においては、第2のオーミック電極の形状を見ながら素子を位置決めすることが可能である。このように、上記の窒化物系半導体素子を実装して装置を組み立てる場合に、組み立て精度および組み立て歩留まりが向上する。

【0023】また、第2のオーミック電極を第1のオーミック電極と同一形状で形成する場合においては、基板を透過して観察することができる第1のオーミック電極の形状に合わせて第2のオーミック電極をパターンニングすることができる。

【0024】基板は窒化ガリウムから構成されてもよく、また、基板は炭化珪素から構成されてもよい。第1および第2の窒化物系半導体層はガリウム、アルミニウム、インジウム、ホウ素およびタリウムの少なくとも一つを含んでもよい。

【0025】本発明に係る窒化物系半導体素子の製造方法は、導電性を有する基板の一方の面上に第1導電型の第1の窒化物系半導体層、能動素子領域および第2導電型の第2の窒化物系半導体層を順に形成する工程と、基板の他方の面上に、所定間隔でほぼ平行に配置される分割領域が少なくとも露出するようにパターンニングされた第1のオーミック電極を形成する工程と、第2の窒化物

系半導体層上に第2のオーミック電極を形成する工程と、分割領域に沿って基板を第1および第2の窒化物系半導体層ならびに能動素子領域とともに分割する工程とを備えたものである。

【0026】本発明に係る窒化物系半導体素子の製造方法においては、導電性を有する基板の一方の面上に第1導電型の第1の窒化物系半導体層、能動素子領域および第2導電型の第2の窒化物系半導体層が順に形成され、基板の他方の面上に、所定間隔でほぼ平行に配置される分割領域が少なくとも露出するようにパターンニングされた第1のオーミック電極が形成されるとともに、第2の窒化物系半導体層上に第2のオーミック電極が形成される。

【0027】このように、第1のオーミック電極間で露出した分割領域を目印として基板の他方の面側から基板を第1および第2の窒化物系半導体層ならびに能動素子領域とともに分割することができる。ここで、基板の厚さは第1の窒化物系半導体層に比べて厚く、能動素子領域が基板の他方の面側から比較的遠い位置に形成されているため、基板の裏面側から分割を行う場合においては、分割により素子の一部に欠損または損傷が生じて、この能動素子領域は悪影響を受けない。したがって、上記の窒化物系半導体素子においては良好な素子特性が実現可能となる。

【0028】第2のオーミック電極を形成する工程は、第2の窒化物系半導体層に所定間隔でほぼ平行に配置される分割領域が少なくとも露出するように第2の窒化物系半導体層上にパターンニングされた第2のオーミック電極を形成する工程を含んでもよい。

【0029】基板が透明であってもよい。この場合においては、第2の窒化物系半導体層上に形成された第2のオーミック電極を、基板を透過して基板の他面側から観察することが可能である。したがって、このような素子を基板側を上にしてジャンクションダウンで実装する場合においては、第2のオーミック電極の形状を見ながら素子を位置決めすることが可能である。このように、上記の窒化物系半導体素子を実装して装置を組み立てる場合に、組み立て精度および組み立て歩留まりが向上する。

【0030】基板を分割する工程は、分割領域をスクライプする工程と、スクライプにより形成された傷に沿って基板を第1および第2の窒化物系半導体層ならびに能動素子領域とともに劈開する工程とを含んでもよい。

【0031】この場合、基板の他方の面にスクライプにより傷をつけて基板の他方の面側から基板を第1および第2の窒化物系半導体層ならびに能動素子領域とともに劈開することができるので、能動素子領域に悪影響を与えることなく、素子の分割を容易に行うことができる。

【0032】

【発明の実施の形態】以下においては、本発明に係る窒

10

20

30

40

50

化物系半導体素子の一例として窒化物系半導体レーザ素子について説明する。

【0033】図1は、本発明に係る窒化物系半導体レーザ素子の第1の例を示す模式的な透視斜視図である。

【0034】図1に示すように、半導体レーザ素子500は、 $n$ -Ga<sub>1-a</sub>Nからなる透明基板100上に、厚さ1  $\mu$ mの $n$ -Al<sub>a</sub>Ga<sub>1-a</sub>Nからなる $n$ -クラッド層21、厚さ0.1  $\mu$ mの $n$ -Ga<sub>1-a</sub>Nからなる $n$ -光ガイド層22、多重量子井戸(MQW)構造を有するMQW活性層23、厚さ0.02  $\mu$ mの $p$ -Al<sub>b</sub>Ga<sub>1-b</sub>Nからなる $p$ -キャップ層24、厚さ0.1  $\mu$ mの $p$ -Ga<sub>1-b</sub>Nからなる $p$ -光ガイド層25および厚さ0.5  $\mu$ mの $p$ -Al<sub>c</sub>Ga<sub>1-c</sub>Nからなる $p$ -クラッド層26が順に形成されてなる。この $p$ -クラッド層26には共振器長方向に延びるストライプ状のリッジ部29が形成されており、さらに、 $p$ -クラッド層26の平坦部上には厚さ0.35  $\mu$ mの $n$ -Al<sub>d</sub>Ga<sub>1-d</sub>Nからなる $n$ -電流ブロック層27が形成されている。この $n$ -電流ブロック層27上およびリッジ部29の $p$ -クラッド層26上に厚さ0.1  $\mu$ mの $p$ -Ga<sub>1-b</sub>Nからなる $p$ -コンタクト層28が形成されている。

【0035】なお、本例においては、 $n$ 型ドーパントとしてSiが用いられており、また $p$ 型ドーパントとしてMgが用いられている。

【0036】上記の半導体レーザ素子500はストライプ構造を有する。この半導体レーザ素子500においては、共振器端面Aがレーザ光の出射面となる。共振器端面Aおよび共振器端面B上には保護膜が形成されている。

【0037】上記において、 $n$ -クラッド層21、 $p$ -キャップ層24、 $p$ -クラッド層26および $n$ -電流ブロック層27をそれぞれ構成するAlGa<sub>1-x</sub>Nの組成、すなわち $a \sim d$ の値は、 $0 \leq a < d$ であり、 $0 \leq c < d$ であり、かつ $0 \leq c < b$ である。例えばこの場合においては、 $a = 0.07$ であり、 $b = 0.25$ であり、 $c = 0.07$ であり、 $d = 0.12$ である。

【0038】また、上記のMQW活性層23は、厚さ80 ÅのIn<sub>0.13</sub>Ga<sub>0.87</sub>Nからなる3つの量子井戸層と、厚さ160 ÅのIn<sub>0.05</sub>Ga<sub>0.95</sub>Nからなる4つの量子障壁層とが交互に積層されてなる多重量子井戸(MQW)構造を有する。

【0039】上記の半導体レーザ素子500においては、透明基板100の結晶成長層側と反対側の面(以下、裏面と呼ぶ)上に $n$ 電極1が形成されている。また、 $p$ -コンタクト層28上には $p$ 電極2が形成されている。以下、この $n$ 電極1および $p$ 電極2の詳細について説明する。

【0040】図2は、図1の半導体レーザ素子500を上側および下側から観察した場合の模式的な平面図である。ここで、図2(a)は、半導体レーザ素子500を

$p$ -コンタクト層28側から観察した場合について示している。また、図2(b)は、半導体レーザ素子500を透明基板100の裏面側から観察した場合について示している。なお、 $n$ 電極1および $p$ 電極2において、2本の破線で囲まれたストライプ領域29aは、ストライプ状のリッジ部29の下方および上方の領域を示すものである。

【0041】図2(a)に示すように、半導体レーザ素子500においては、 $p$ -コンタクト層28の上面全体に $p$ 電極2が形成されている。このように、本例の半導体レーザ素子500においては、 $p$ 電極2がパターニングされていない。

【0042】一方、図2(b)に示すように、半導体レーザ素子500の透明基板100の裏面においては、共振器端面A側の辺に沿ったストライプ状の領域および共振器端面B側の辺に沿ったストライプ状の領域を除く領域に $n$ 電極1が形成されている。

【0043】このように、本例の半導体レーザ素子500においては、透明基板100の裏面に形成された $n$ 電極1がパターニングされている。この場合、共振器端面A、B側のストライプ状の領域においては透明基板100が露出している。

【0044】本例の半導体レーザ素子500は、以下の方法により作製される。半導体レーザ素子500の作製時においては、まず、透明基板100の一方の面上に各層21~28を形成する。このようにして、透明基板100上に各層21~28が形成されてなる半導体ウエハ600(後述する図3参照)を作製する。その後、半導体ウエハ600の透明基板100の裏面に所定の形状にパターニングされた $n$ 電極1を形成するとともに、 $p$ -コンタクト層28の上面全体に $p$ 電極2を形成する。

【0045】図3は、 $n$ 電極1が所定の形状に形成された半導体ウエハ600を透明基板100の裏面側から観察した場合の模式的な平面図である。

【0046】図3に示すように、半導体ウエハ600の透明基板100の裏面側には、複数のストライプ状の $n$ 電極1が所定の間隔でほぼ平行に配置されており、各 $n$ 電極1間のストライプ状の領域においては透明基板100が露出している。

【0047】なお、 $n$ 電極1間で露出した透明基板100の領域の中央に示した破線30は、後述する共振器作製工程における半導体ウエハ600の分割線である。この場合においては、 $n$ 電極1間で露出した透明基板100の領域が分割領域に相当する。

【0048】本例においては、例えばエッチング法またはリフトオフ法により $n$ 電極1のパターニングを行う。ここで、例えばこの場合の $n$ 電極1は、Ti膜、Al膜およびTi膜がこの順で積層されてなるか、Ti膜およびAl膜がこの順で積層されてなるか、Ni膜、Ti膜およびAu膜がこの順で積層されてなるか、Ti膜、P



t膜およびAu膜がこの順で積層されてなる。

【0049】一方、p電極2の形成工程においては、パターニングを行わずにp-コンタクト層28の上面全体にp電極2を形成する。例えばこの場合のp電極2は、Ni膜からなるか、Ti膜、Pt膜およびAu膜がこの順で積層されてなるか、Pd膜、Pt膜およびAu膜がこの順で積層されてなるか、Ni膜、Au膜、Ti膜およびAu膜がこの順で積層されてなるか、Ni膜およびAu膜がこの順で積層されてなるか、Ni膜、Pt膜およびAu膜がこの順で積層されてなる。

【0050】なお、上記のn電極1を構成する材料とp電極2を構成する材料との組み合わせは任意である。また、n電極1およびp電極2を形成する順序は任意である。

【0051】上記のようにしてn電極1およびp電極2を形成した後、ストライプ状のn電極1の間に露出した透明基板100の各領域を透明基板100側から破線30に沿ってスクライブして傷を形成する。そして、この傷に沿って半導体ウエハ600を劈開する。それにより、図3(b)に示すような複数のストライプ状の半導体ウエハ600aに分割し、共振器端面Aおよび共振器端面Bを露出させて共振器を作製する。なお、図3

(b)中の破線31は後述する素子分離工程における素子の分離線である。

【0052】このように、本例においては、パターニングされたn電極1およびそのn電極1間で露出した透明基板100の領域をスクライブを行う部分の目印として用いている。

【0053】上記のように、本例の共振器作製工程においては、透明基板100の裏面側からスクライブを行って傷を形成する。ここで、この場合においては、透明基板100の裏面からMQW活性層23に達するまでの距離が50~250μm程度であり、MQW活性層23は透明基板100の裏面から比較的遠い位置に形成されている。このため、透明基板100の裏面側から大きな圧力を加えてスクライブを行っても、また、透明基板100の裏面側から深い傷を形成しても、MQW活性層23に大きな欠損または損傷が生じるおそれがない。また、スクライブにより発生した素子の欠損または損傷がMQW活性層23に悪影響を及ぼすおそれがない。

【0054】上記のようにして共振器を作製した後、図3(c)に示すように、劈開によりストライプ状の半導体ウエハ600aをさらに破線31に沿って共振器長方向と平行な方向に分割する。このようにして個々の半導体レーザ素子500に分離する。

【0055】ここで、上記の素子分離工程においては、n電極1側からスクライブを行って半導体ウエハ600aを劈開してもよく、あるいはp電極2側からスクライブを行って半導体ウエハ600aを劈開してもよい。p電極2側からスクライブを行う場合においては、MQW

活性層23の側面およびその近傍の領域に欠損または損傷が生じるおそれがあるが、MQW活性層23の側面およびその近傍の領域に生じた欠損または損傷は素子特性にほとんど影響しない。

【0056】以上のように、上記の半導体レーザ素子500の製造方法においては、MQW活性層23から比較的離れて位置している透明基板100の裏面側からスクライブを行って傷を形成する。このため、スクライブによりMQW活性層23に欠損または損傷が生じることはなく、また、スクライブにより素子の一部が欠損または損傷してもMQW活性層23に悪影響を及ぼすことはない。したがって、このような方法により作製された半導体レーザ素子500においては、良好な素子特性が得られる。

【0057】また、半導体レーザ素子500においては、p電極2がp-コンタクト層28の上面全体に形成されている。このため、p電極2とp-コンタクト層28との接触面積が大きい。したがって、半導体レーザ素子500においては、p電極2とp-コンタクト層28との間の接触抵抗が低減され、良好なオーミック接触を得ることができる。それにより、動作電圧を低減することができる。その結果、動作時における発熱量を低減することができる。その結果、半導体レーザ素子500においては素子の劣化が防止され、長寿命化が実現可能となる。

【0058】図4は、本発明に係る半導体レーザ素子の第2の例を示す模式的な平面図である。図4(a)は、本例の半導体レーザ素子501をp-コンタクト層28側から観察した場合の図であり、図4(b)は、本例の半導体レーザ素子501を透明基板100の裏面側から観察した場合の図である。

【0059】本例の半導体レーザ素子501は、以下の点を除いて、図1の半導体レーザ素子500と同様の構造を有する。

【0060】図4(a)に示すように、半導体レーザ素子501においては、p-コンタクト層28のストライプ領域29aの両端部近傍上およびストライプ領域29aを含む四角形状の所定領域上にp電極4が形成されている。なお、この場合の四角形状の所定領域とは、共振器端面A、B側の辺に沿ったストライプ状の領域ならびに素子の側面側の辺に沿ったストライプ状の領域を除く領域のことである。

【0061】本例の半導体レーザ素子501においては、このようにストライプ領域29a全体を被覆するようにp電極4が形成されているので、ストライプ領域29a全体に均一に電流を注入することができる。

【0062】本例の半導体レーザ素子501は、以下の点を除いて、半導体レーザ素子500の作製方法と同様の方法により作製される。

【0063】半導体レーザ素子501の作製時においては、透明基板100上に各層21~28を成長させた

後、半導体レーザ素子500のn電極1の形成時と同様の方法により、n電極3をパターンニングする。そして、このn電極3のパターンの位置に合わせてさらにp電極4のパターンニングを行う。

【0064】ここで、透明基板100の裏面側に形成されたn電極3のパターンを透明基板100および各層21~28を透過して見ることができる。したがって、透過して見えるn電極3のパターンを見ながらp電極4のパターンニングを行うことにより、n電極3とp電極4との位置合わせを容易に行うことが可能となる。

【0065】上記のようにしてp電極4のパターンニングを行った後、半導体レーザ素子500の場合と同様の方法により、パターンニングされたストライプ状のn電極3の間に露出した透明基板100の所定領域にストライプ状のn電極3に沿ってスクライプにより傷を形成する。さらに、この傷に沿って半導体ウエハを分割して共振器端面A、Bを露出させ、共振器を作製する。

【0066】ここで、本例の半導体レーザ素子501においては、ストライプ領域29aの端部を除いて共振器端面A、B近傍の領域にp電極4が形成されておらず、この領域においてはp-コンタクト層28が露出している。したがって、この場合においては、ストライプ領域29aの端部を除いて、p電極4の間に露出したp-コンタクト層28の部分で劈開することができる。したがって、p電極4を長い距離にわたって分割する必要はない。このため、この場合においては、劈開を容易に行って共振器を作製することが可能である。また、この場合においては、共振器端面A、Bにp電極4がかぶさるおそれがない。

【0067】上記のようにして共振器を作製した後、ストライプ状の半導体ウエハをさらに共振器長方向と平行な方向に沿って劈開して分割し、個々の半導体レーザ素子501に分離する。

【0068】なお、素子分離工程においては、透明基板100の裏面側からスクライプを行ってもよく、あるいはp電極4側からスクライプを行ってもよい。p電極4側からスクライプを行う場合においては、MQW活性層23の共振器長方向と垂直な方向の両端面（すなわち素子の両側面）およびその近傍の領域に欠損および損傷が生じるおそれがあるが、素子の側面に生じる欠損および損傷は、素子の共振器端面に生じる欠損および損傷に比べて素子特性への影響が少ない。

【0069】ここで、この場合においては、共振器端面A、B近傍のストライプ状の領域にp電極4が形成されておらず、この領域においてはp-コンタクト層28が露出している。このため、露出したp-コンタクト層28の部分で劈開することができる。したがって、p電極6を分割する必要がないので、容易に劈開を行って素子分離を行うことが可能である。

【0070】以上のように、本例の半導体レーザ素子5

01においては、透明基板100の裏面に形成されるn電極3をパターンニングし、このn電極3のパターンを目印として用いて透明基板100の裏面側からn電極3間で露出した透明基板100およびその上方の層をスクライプして傷を形成する。そして、この傷に沿って半導体ウエハを劈開して共振器を作製する。このため、スクライプによる傷の形成時に素子の一部が欠損または損傷しても、傷を形成した透明基板100の裏面側から比較的離れた位置にあるMQW活性層23は悪影響を受けることはなく、MQW活性層23の共振器端面A、Bは良好な端面となる。したがって、半導体レーザ素子501においては、良好な素子特性が得られる。

【0071】また、上記の半導体レーザ素子501を透明基板100を上に向けてジャンクションダウンで実装する場合においては、透明基板100が透明であるため、p-コンタクト層28側のストライプ領域29aの端部を目印として用いてサブマウント等に精度よく位置決めして半導体レーザ装置を組み立てることが可能である。このため、このような半導体レーザ素子501を用いた半導体レーザ装置においては、MQW活性層23に形成される発光点の位置を高精度に制御することが可能である。したがって、半導体レーザ装置の組み立て精度が向上するとともに、組み立て歩留まりが向上する。

【0072】なお、Ga<sub>0.5</sub>N<sub>0.5</sub>からなる透明基板100を備えた半導体レーザ素子501においては、基板自体の放熱性が低いため、通常はジャンクションダウンで組み立てられる。したがって、この場合においては上記の効果がある。

【0073】図5は、本発明に係る半導体レーザ素子の第3の例を示す模式的な平面図である。図5(a)は、本例の半導体レーザ素子502をp-コンタクト層28側から観察した場合の図であり、図5(b)は、本例の半導体レーザ素子502を透明基板100の裏面側から観察した場合の図である。

【0074】本例の半導体レーザ素子502は、以下の点を除いて、図1の半導体レーザ素子500と同様の構造を有する。

【0075】図5(b)に示すように、半導体レーザ素子502においては、透明基板100の裏面上において、共振器端面A、B側の辺に沿ったストライプ状の領域ならびに素子の両側面側の辺に沿ったストライプ状の領域を除く領域にn電極5が形成されている。

【0076】このような半導体レーザ素子502は、以下の点を除いて、半導体レーザ素子500の作製方法と同様の方法により作製される。

【0077】半導体レーザ素子502の作製時においては、半導体レーザ素子500のn電極1と同様のパターンニング方法によりn電極5をストライプ状にパターンニングするとともに、さらにn電極5間に露出したストライプ状の領域と直交する方向にストライプ状に透明基板1

10

20

30

40

50



00が露出するようにn電極5をパターニングする。それにより、半導体ウエハの透明基板100の裏面に、複数の四角形状のn電極5が形成されるとともに、n電極5間で格子状に透明基板100が露出する。

【0078】本例の半導体レーザ素子502の作製時においては、共振器の作製工程および素子分離工程におけるスクライプによる傷の形成時に、上記のようにパターニングされたn電極5およびn電極5間で露出した透明基板100を傷の形成位置の目印として用いる。

【0079】すなわち、上記のようにn電極5のパターニングを行った後、まず半導体レーザ素子500の場合と同様の方法により、パターニングされた個々のn電極5間で格子状に露出した透明基板100の直交する2つの方向のストライプ状の領域のうちの一方のストライプ状の領域に沿ってスクライプを行って傷を形成する。さらに、この傷に沿ってストライプ状に半導体ウエハを分割して共振器端面A、Bを露出させ、共振器を作製する。さらに、隣接するn電極5の側面間で露出した透明基板100の領域に共振器長方向と平行な方向に沿って傷を形成する。そして、この傷に沿って半導体ウエハを分割し、個々の半導体レーザ素子502に分離する。

【0080】ここで、上記の素子分離工程においては、露出した透明基板100の領域で劈開することができ。したがって、この場合においてはn電極5を分割する必要がなく、容易に劈開を行って素子分離を行うことが可能となる。

【0081】以上のように、本例の半導体レーザ素子502においては、透明基板100の裏面に形成されるn電極5をパターニングし、このn電極5のパターンを目印として用いて透明基板100の裏面側からn電極6間で露出した透明基板100およびその上方の層をスクライプして傷を形成する。そして、この傷に沿って半導体ウエハを劈開して共振器の作製および素子分離を行う。

【0082】このような半導体レーザ素子502においては、傷を形成した透明基板100の裏面側から比較的離れた位置にMQW活性層23があるため、スクライプによる傷の形成時に素子の一部が欠損または損傷してもMQW活性層23は悪影響を受けることはなく、MQW活性層23の共振器端面A、Bは良好な端面となる。したがって、このような半導体レーザ素子502においては、良好な素子特性が得られる。

【0083】また、半導体レーザ素子502においては、p電極6がp-コンタクト層28の上面全体に形成されている。このため、p電極6とp-コンタクト層28との接触面積が大きい。したがって、半導体レーザ素子502においては、p電極6とp-コンタクト層28との間の接触抵抗が低減され、p電極6とp-コンタクト層28との間で良好なオーミック接触を得ることができる。それにより、動作電圧を低減することが可能となり、動作時における発熱量を低減することができる。そ

の結果、半導体レーザ素子502においては素子の劣化が防止され、長寿命化が実現可能となる。

【0084】ところで、前述のように、透明基板100を構成するGaNまたはSiCは非常に硬い材料であるため、スクライプを行う際には透明基板100に大きな圧力を加えて傷を形成する必要がある。このため、このようなスクライプにより、特に素子の側面（共振器長方向と垂直な方向の端面）において欠損が生じやすく、側面は凹凸形状になりやすい。

【0085】特に、GaN基板およびGaN窒化物系半導体層の主な劈開面である（1-100）面において劈開を行ってこの面を共振器端面とする場合においては、形成された素子の側面が（11-20）面となるため、側面に凹凸形状が形成されやすい。この場合、基板の裏面の全体にn電極が形成されていると、n電極の両側面も凹凸形状となる。

【0086】通常、半導体レーザ素子をジャンクションダウンで実装する場合においては、半導体レーザ素子の側面を画像認識技術により認識することにより、半導体レーザ素子を側面を基準としてサブマウント等に位置決めする。しかしながら、このような半導体レーザ素子の側面が凹凸形状を有する場合には、半導体レーザ素子を側面を基準として正確に位置決めすることは困難である。したがって、半導体レーザ素子を用いた半導体レーザ装置の組み立て歩留まりが低くなる。

【0087】これに対して、上記の半導体レーザ素子502においては、n電極5が透明基板100の両側面側のストライプ状の領域を除いて形成されているので、n電極5の側面が直線状となる。そのため、半導体レーザ素子502をジャンクションダウンで実装する場合においては、素子の側面ではなくn電極5の側面を画像認識技術により認識し、半導体レーザ素子502をn電極5の側面を基準としてサブマウント等に正確に位置決めすることができる。その結果、半導体レーザ素子を用いた半導体レーザ装置の組み立て精度および組み立て歩留まりが向上する。

【0088】図6は、本発明に係る半導体レーザ素子の第4の例を示す模式的な平面図である。図6(a)は、本例の半導体レーザ素子503をp-GaNコンタクト層28側から観察した場合の図であり、図6(b)は、本例の半導体レーザ素子503を透明基板100の裏面側から観察した場合の図である。

【0089】なお、本例の半導体レーザ素子503は、以下の点を除いて、図5の半導体レーザ素子502と同様の構造を有する。

【0090】図6(a)に示すように、半導体レーザ素子503においては、p-コンタクト層28のストライプ領域29aの両端部近傍の領域およびストライプ領域29aを含む四角形状の所定領域上にp電極8が形成されている。なお、この場合の四角形状の所定領域と

は、共振器端面A、B側の辺に沿ったストライプ状の領域ならびに素子の両側面側の辺に沿ったストライプ状領域を除く領域のことである。

【0091】本例の半導体レーザ素子503においては、このようにストライプ領域29a全体を被覆するようにp電極8が形成されているので、ストライプ領域29a全体に均一に電流を流すことができる。

【0092】本例の半導体レーザ素子503は、以下の点を除いて、半導体レーザ素子502の作製方法と同様の方法により作製される。

【0093】半導体レーザ素子503の作製時においては、図4の半導体レーザ素子501のp電極4と同様の方法によりp電極8を形成し、図5の半導体レーザ素子502のn電極5と同様の方法によりn電極7を形成する。ここで、透明基板100および各層21~28が透明であるため、透明基板100の裏面側に形成されたn電極7のパターンを透明基板100および各層21~28を透過して見ることができる。したがって、透過して見えるn電極7のパターンを見ながらp電極8のパターニングを行うことにより、n電極7とp電極8との位置合わせを容易に行うことが可能となる。

【0094】上記のようにしてp電極8のパターニングを行った後、半導体レーザ素子502の場合と同様の方法により、パターニングされたn電極7の間で露出した透明基板100の所定の領域にスクライプにより傷を形成し、この傷に沿って半導体ウエハを分割する。

【0095】ここで、本例の半導体レーザ素子503においては、ストライプ領域29aの端部を除いて共振器端面A、B側のストライプ状の領域にp電極8が形成されておらず、この領域においてはp-コンタクト層28が露出している。このため、ストライプ領域29aの端部を除いて、p電極8の間で露出したp-コンタクト層28の領域で劈開することができる。したがって、p電極8を長い距離にわたって分割する必要があるないので、劈開を容易に行って共振器を作製することが可能である。また、この場合においては、共振器端面A、Bにp電極8がかぶさるおそれがない。

【0096】上記のようにして共振器を作製した後、半導体レーザ素子502の場合と同様、隣接するn電極7の側面間で露出した透明基板100の領域に共振器長方向と平行な方向に沿ってスクライプを行って傷を形成する。そして、この傷に沿って半導体ウエハを分割し、個々の半導体レーザ素子503に分離する。

【0097】ここで、上記の素子分離工程においては、露出した透明基板100の領域で劈開することができる。したがって、n電極7を分割する必要があるないので容易に劈開を行って素子分離を行うことが可能である。

【0098】以上のように、上記の半導体レーザ素子503においては、透明基板100の裏面に形成されるn電極7をパターニングし、このn電極7のパターンを目

印として用いて透明基板100の裏面側からn電極7間で露出した透明基板100およびその上方の層をスクライプして傷を形成する。そして、この傷に沿って半導体ウエハを劈開して共振器の作製および素子分離を行う。ここで、半導体レーザ素子503においては、MQW活性層23が傷を形成した透明基板100の裏面側から比較的離れた位置にあるため、スクライプによる傷の形成時に素子の一部が欠損または損傷してもMQW活性層23が悪影響を受けることはなく、MQW活性層23の共振器端面A、Bは良好な端面となる。したがって、このような半導体レーザ素子503においては、良好な素子特性が得られる。

【0099】また、上記の半導体レーザ素子503をジャンクションダウンで実装する場合においては、透明基板100が透明であるため、p-コンタクト層28側のストライプ領域29aの端部を目印として用いて半導体レーザ素子503をサブマウント等に精度よく位置決め半導体レーザ装置を組み立てることが可能である。このため、このような半導体レーザ素子503を用いた半導体レーザ装置においては、MQW活性層23に形成される発光点の位置を高精度に制御することが可能である。したがって、半導体レーザ装置の組み立て精度が向上するとともに、組み立て歩留まりが向上する。

【0100】なお、Ga<sub>0.5</sub>In<sub>0.5</sub>Nからなる透明基板100を備えた半導体レーザ素子503は、基板自体の放熱性が低いため、通常はジャンクションダウンで組み立てられる。したがって、この場合においては上記の効果が有効に得られる。

【0101】さらに、上記の半導体レーザ素子503においては、図5の半導体レーザ素子502と同様に、n電極7の側辺が直線状となる。そのため、このような半導体レーザ素子503をジャンクションダウンで実装する場合においては、素子の側面ではなくn電極7の側辺を画像認識技術により認識し、半導体レーザ素子503をn電極7の側辺を基準としてサブマウント等に正確に位置決めすることができる。その結果、半導体レーザ素子503を用いた半導体レーザ装置の組み立て精度および組み立て歩留まりが向上する。

【0102】図7は、本発明に係る半導体レーザ素子の第5の例を示す模式的な平面図である。図7(a)は、本例の半導体レーザ素子504をp-GaNコンタクト層28側から観察した場合の図であり、図7(b)は、本例の半導体レーザ素子504を透明基板100の裏面側から観察した場合の図である。

【0103】本例の半導体レーザ素子504は、図7(b)に示すように透明基板100のストライプ領域29aの両端部近傍の領域上にもn電極9が形成された点を除いて、図5の半導体レーザ素子502と同様の構造を有する。

【0104】図7(b)に示すように、本例の半導体レ

10

20

30

40

50

ーザ素子504においては、透明基板100およびp-コンタクト層28のストライプ領域29a全体を被覆するようにn電極9およびp電極10が形成されている。したがって、このような半導体レーザ素子504においては、ストライプ領域29a全体に均一に電流を注入することができる。

【0105】本例の半導体レーザ素子504は、n電極9のパターニングの方法が異なる点を除いて、半導体レーザ素子502の作製方法と同様の方法により作製される。

【0106】上記の半導体レーザ素子504においては、透明基板100の裏面に形成されるn電極9をパターニングし、このn電極9のパターンを目印として用いて透明基板100の裏面側からn電極9間で露出した透明基板100およびその上方の層をスクライプして傷を形成する。そして、この傷に沿って半導体ウエハを劈開して共振器を作製するとともに素子分離を行う。

【0107】ここで、このような半導体レーザ素子504においては、MQW活性層23が傷を形成した透明基板100側から比較的離れた位置にあるため、スクライプによる傷の形成時に素子の一部が欠損または損傷してもMQW活性層23は悪影響を受けることはなく、MQW活性層23の共振器端面A、Bは良好な端面となる。したがって、このような半導体レーザ素子504においては、良好な素子特性が得られる。

【0108】また、半導体レーザ素子504においては、p電極10がp-コンタクト層28の上面全体に形成されている。このため、p電極10とp-コンタクト層28との接触面積が大きい。したがって、半導体レーザ素子504においては、p電極10とp-コンタクト層28との間の接触抵抗が低減され、良好なオーミック接触を得ることができる。それにより、動作電圧を低減することが可能となり、動作時における発熱量を低減することができる。その結果、半導体レーザ素子504においては素子の劣化が防止され、長寿命化が実現可能となる。

【0109】さらに、上記の半導体レーザ素子504においては、図5の半導体レーザ素子502および図6の半導体レーザ素子503と同様に、n電極9の側辺が直線状となる。そのため、このような半導体レーザ素子504をジャンクションダウンで実装する場合においては、素子の側面ではなくn電極9の側辺を画像認識技術により認識し、半導体レーザ素子504をn電極9の側辺を基準としてサブマウント等に正確に位置決めすることができる。その結果、半導体レーザ素子504を用いた半導体レーザ装置の組み立て精度および組み立て歩留りが向上する。

【0110】図8は、本発明に係る半導体レーザ素子の第6の例を示す模式的な平面図である。図8(a)は、半導体レーザ素子505をp-GaNコンタクト層28

側から観察した場合の図であり、図8(b)は、半導体レーザ素子505を透明基板100の裏面側から観察した場合の図である。

【0111】本例の半導体レーザ素子505は、以下の点を除いて、図7の半導体レーザ素子504と同様の構造を有する。

【0112】図8(a)に示すように、半導体レーザ素子505においては、n電極11と同様の形状を有するp電極12が形成されている。すなわち、p-コンタクト層28上のストライプ領域29aの両端部近傍およびストライプ領域29aを含む四角形状の所定領域上にp電極12が形成されている。なお、この場合の四角形状の所定領域とは、共振器端面A、B側の辺に沿ったストライプ状の領域ならびに素子の両側面側の辺に沿ったストライプ状の領域を除く領域のことである。

【0113】このように、本例の半導体レーザ素子505においては、透明基板100およびp-コンタクト層28のストライプ領域29a全体を被覆するようにn電極11およびp電極12が形成されている。したがって、このような半導体レーザ素子505においては、ストライプ領域29a全体に均一に電流を注入することができる。

【0114】本例の半導体レーザ素子505は、p電極12のパターニングの方法が異なる点を除いて、半導体レーザ素子504の作製方法と同様の方法により作製される。

【0115】すなわち、半導体レーザ素子505の作製時においては、n電極11のパターニングを行った後、このn電極11のパターンの位置に合わせてさらにp電極12のパターニングを行う。ここで、透明基板100および各層21~28が透明であるため、透明基板100の裏面側に形成されたn電極11のパターンを透明基板100および各層21~28を透過して見ることができる。したがって、透過して見えるn電極11のパターンを見ながらp電極12のパターニングを行うことにより、n電極11とp電極12との位置合わせを容易に行うことが可能となる。

【0116】本例の半導体レーザ素子505においては、ストライプ領域29aの端部を除いて共振器端面A、B側のストライプ状の領域にp電極12が形成されておらず、この領域においてはp-コンタクト層28が露出している。このため、半導体レーザ素子505における共振器作製工程においては、p電極12の間で露出したp-コンタクト層28の部分で劈開することができる。したがって、この場合においてはp電極12を長い距離にわたって分割する必要がないので、劈開を容易に行って共振器を作製することが可能である。また、この場合においては、共振器端面A、Bにp電極12がかぶさるおそれがない。

【0117】一方、半導体レーザ素子505の素子分離

工程においては、露出した透明基板100およびp-コンタクト層28の部分で劈開することができるので、n電極11およびp電極12を分割する必要はない。このため、容易に劈開を行って素子分離を行うことが可能である。

【0118】以上のように半導体レーザ素子505においては、透明基板100の裏面に形成されるn電極11をパターンニングし、このn電極11のパターンを目印として用いて透明基板100の裏面側からn電極11間で露出した透明基板100およびその上方の層をスクライ

ブして傷を形成する。そして、この傷に沿って半導体ウエハを劈開して共振の作製および素子分離を行う。

【0119】ここで、半導体レーザ素子505のMQW活性層23は傷を形成した透明基板100の裏面側から比較的離れた位置にあるため、スクライブによる傷の形成時に素子の一部が欠損または損傷してもMQW活性層23が悪影響を受けることはなく、MQW活性層23の共振器端面A、Bは良好な端面となる。したがって、このような半導体レーザ素子505においては、良好な素子特性が得られる。

【0120】また、上記の半導体レーザ素子505をジャンクションダウンで実装する場合においては、透明基板100および各層21~28が透明であるため、p-コンタクト層28側のストライプ領域29aの端部を目印として用いて半導体レーザ素子505をサブマウント等に精度よく位置決めして半導体レーザ装置を組み立てることが可能である。

【0121】このため、このような半導体レーザ素子501を用いた半導体レーザ装置においては、MQW活性層23に形成される発光点の位置を高精度に制御することが可能である。したがって、半導体レーザ装置の組み立て精度が向上するとともに、組み立て歩留まりが向上する。

【0122】なお、Ga<sub>2</sub>Nからなる透明基板100を備えた半導体レーザ素子505においては、基板自体の放熱性が低いため、通常はジャンクションダウンで組み立てられる。したがって、この場合においては上記の効果がある。

【0123】さらに、上記の半導体レーザ素子505においては、図5の半導体レーザ素子502、図6の半導体レーザ素子503および図7の半導体レーザ素子504と同様に、n電極11の側辺が直線状となる。そのため、このような半導体レーザ素子505をジャンクションダウンで実装する場合においては、素子の側面ではなくn電極11の側辺を画像認識技術により認識し、半導体レーザ素子505をn電極11の側辺を基準としてサブマウント等に正確に位置決めすることができる。その結果、半導体レーザ素子505を用いた半導体レーザ装置の組み立て精度および組み立て歩留まりが向上する。

【0124】上記の半導体レーザ素子500~505に

おいて、各層21~28の組成は上記に限定されるものではない。各層21~28は、Ga、Al、In、BおよびTlの少なくとも一つを含む窒化物系半導体から構成されていけばよい。

【0125】なお、上記においては、透明基板100上にn型層、活性層およびp型層が形成されるとともに透明基板100の裏面にパターンニングされたn電極が形成されこのn電極のパターンを目印として用いて透明基板側からスクライブを行う場合について説明したが、透明基板上にp型層、活性層およびn型層が順に形成されるとともに透明基板の裏面にパターンニングされたp電極が形成されこのp電極のパターンを目印として用いて透明基板側からスクライブを行ってもよい。

【0126】また、上記においては埋め込み型のリッジストライプ構造を有する半導体レーザ素子について説明したが、本発明をSiO<sub>2</sub>等の絶縁膜を電流ブロック層として採用したリッジストライプ構造およびセルフアライン型構造等、他の構造を有する半導体レーザ素子に適用してもよい。

【0127】上記においては、本発明を半導体レーザ素子に適用する場合について説明したが、本発明を発光ダイオード等の半導体レーザ素子以外の発光素子に適用してもよい。さらに、本発明を発光素子以外の半導体素子に適用することも可能である。

【0128】例えば、本発明をpn接合型の発光ダイオードに適用する場合、発光ダイオードではn型層の方がp型層よりもより明るく光る性質を有することから、n型の透明基板裏面に例えば格子状にパターンニングされたn電極を形成してジャンクションダウン組み立てを行う。それにより、透明基板側から光を十分に取り出すことが可能となり、高輝度の発光ダイオードが実現される。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る窒化物系半導体レーザ素子の第1の例を示す模式的な透視斜視図である。

【図2】図1の半導体レーザ素子を上側および下側から観察した場合の模式的な平面図である。

【図3】n電極が所定形状に形成された半導体ウエハを透明基板の裏面側から観察した場合の模式的な平面図である。

【図4】本発明に係る半導体レーザ素子の第2の例を示す模式的な平面図である。

【図5】本発明に係る半導体レーザ素子の第3の例を示す模式的な平面図である。

【図6】本発明に係る半導体レーザ素子の第4の例を示す模式的な平面図である。

【図7】本発明に係る半導体レーザ素子の第5の例を示す模式的な平面図である。

【図8】本発明に係る半導体レーザ素子の第6の例を示す模式的な平面図である。

【図9】従来の窒化物系半導体レーザ素子の一例を示す模式的な透視斜視図である。

【符号の説明】

- 1, 3, 5, 7, 9, 11 n電極  
2, 4, 6, 8, 10, 12 p電極  
21 n-クラッド層  
22 n-光ガイド層  
23 MQW活性層  
24 p-キャップ層  
25 p-光ガイド層

26 p-クラッド層

27 n-電流ブロック層

28 p-コンタクト層

29a ストライプ領域

100 透明基板

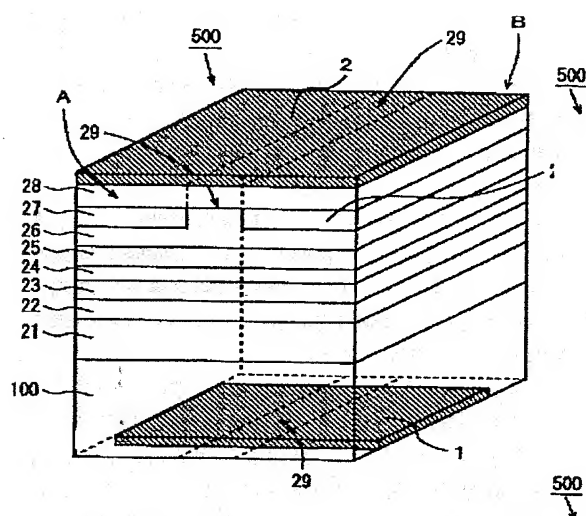
500, 501, 502, 503, 504, 505 半導体レーザ素子

600, 600a 半導体ウエハ

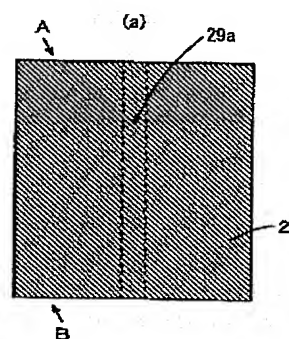
A, B 共振器端面

10

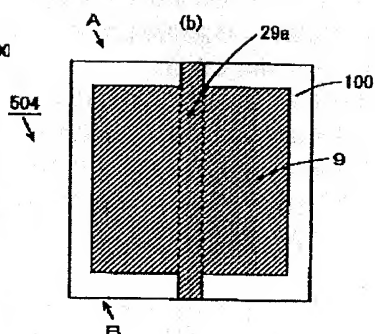
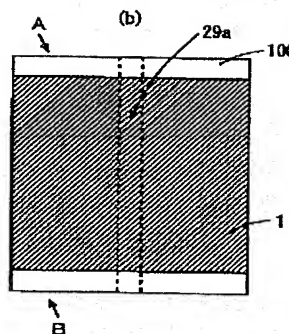
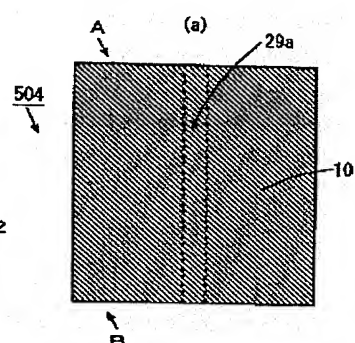
【図1】



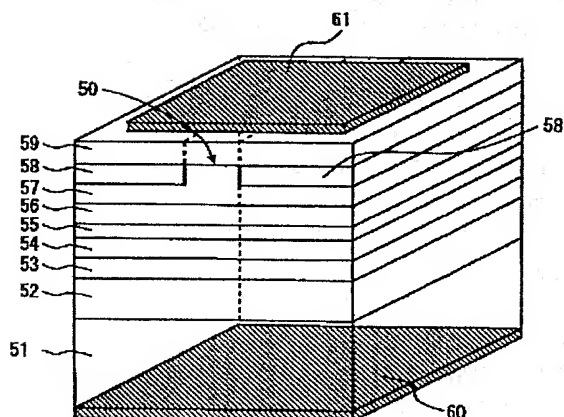
【図2】



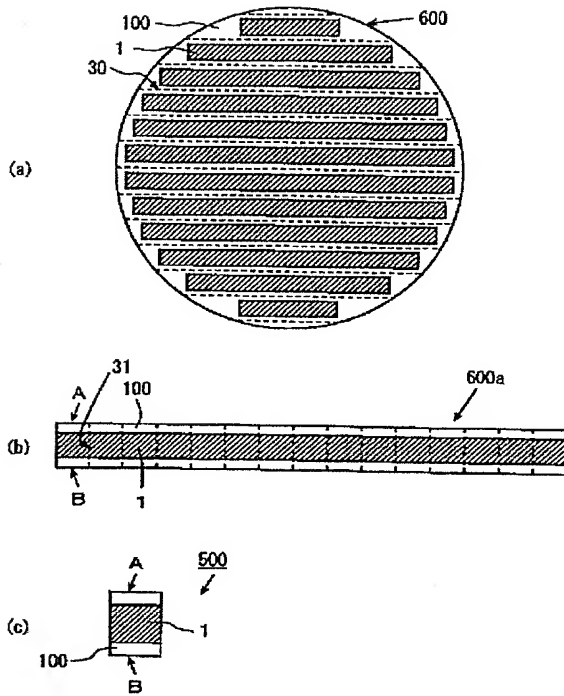
【図7】



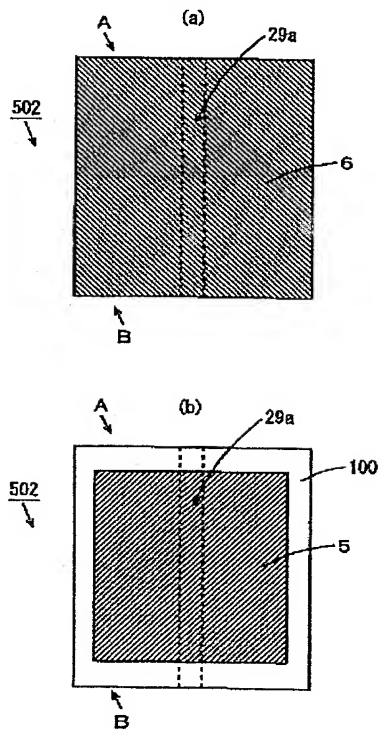
【図9】



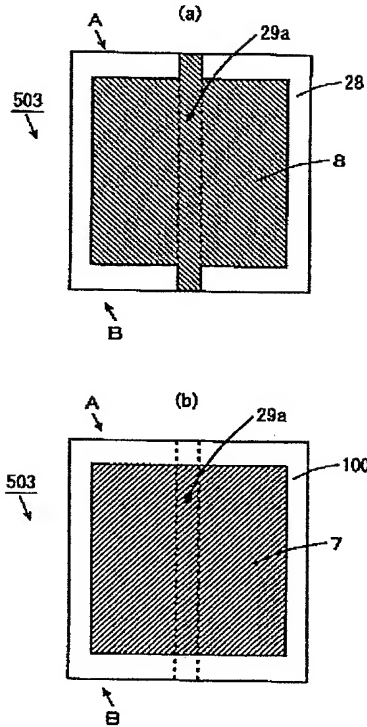
【図3】



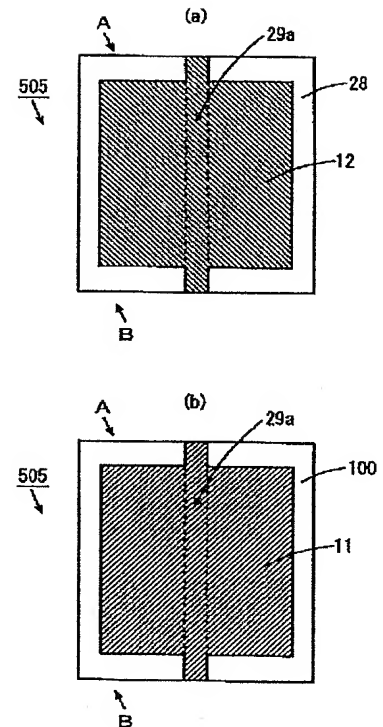
【図5】



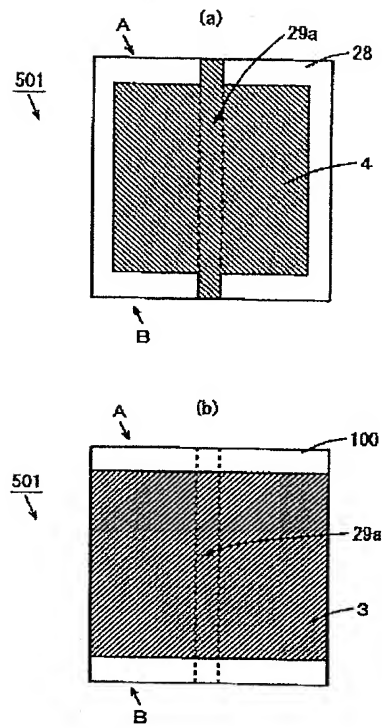
【図6】



【図8】



【図4】





フロントページの続き

Fターム(参考) 5F041 AA37 AA41 CA33 CA34 CA40  
CA76 CA77 CA93 DA04  
5F073 AA09 AA13 AA45 AA61 AA74  
CA07 CB22 DA30 DA32 DA34